

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. August 2004 (19.08.2004)

PCT

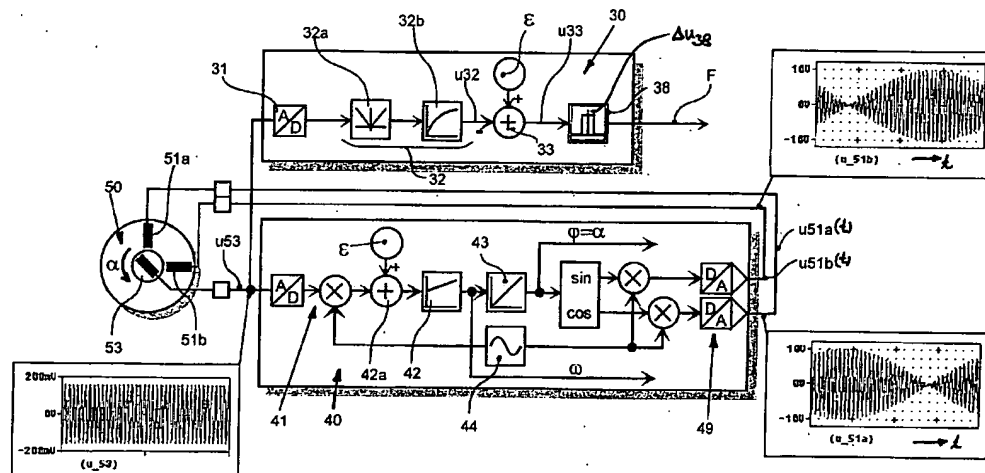
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/070924 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02M** (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE2004/000240** (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **TINEBOR, Manfred**
[DE/DE]; Enzianweg 1, 32683 Bamtrup (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. Februar 2004 (10.02.2004) (74) Anwälte: **LEONHARD OLGEMOELLER FRICKE**
usw.; Tal 30, 80331 Muenchen, Postfach 10 09 62, 80083
Muenchen (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **NON-REDUNDANT SAFETY MONITORING FOR AN ELECTRIC DRIVE MECHANISM (WITH A SENSOR)**

(54) Bezeichnung: **SICHERHEITSUEBERWACHUNG OHNE REDUNDANZ FÜR EINEN ELEKTRISCHEN ANTRIEB (MIT MESSGEBER)**



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting undesired operating states of a driving device. A sensor (50) that is coupled in a transforming manner between a stator end and a rotor end is triggered by a control circuit (40) detecting a position-related value or a rotational speed value of the drive mechanism. An error signal (F) is issued if an unwanted operating state occurs. A test signal (e) that is also fed to the control circuit (40) is supplied to a safety monitoring device (30) in order to determine and issue said error signal. The test signal (e) has a detuning effect on the control circuit and is tested in the monitoring device (30) regarding the presence thereof.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung befasst sich mit einem Verfahren zum Erfassen von nicht erwünschten Betriebszuständen einer Antriebseinrichtung. Ein transformatorisch zwischen einer Stator und Rotorseite gekoppelter Messgeber (50) wird von einer Steuerschaltung (40) zur Erfassung eines Lagewertes oder eines Drehzahlwertes des Antriebs angesteuert. Ein Fehlersignal (F) wird abgegeben, wenn ein nicht erwünschter Betriebszustand eintritt. Einer Sicherheitsüberwachung (30)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Sicherheitsueberwachung ohne Redundanz fuer einen elektrischen Antrieb (mit Messgeber)

Die Erfindung befasst sich mit einem Verfahren zum Überwachen eines insbesondere elektrisch angetriebenen Antriebs, der üblicherweise aus einem Antriebsmotor, einer Welle und einem mit der Welle gekoppelten Antriebsobjekt (Abtrieb) besteht. Bei solchen Antrieben wird zumindest ein Messsignal benötigt, meist auch mehrere Mess-Signale, die in der Antriebstechnik üblicherweise Drehzahl, Beschleunigung und Lage (oder Drehwinkel) genannt werden.

Die Erfindung bezieht sich dabei sowohl auf ein Verfahren zur Erfassung eines unerwünschten Betriebszustandes, wie auch auf einen Meßgeber, der gegen Ausfall gesichert ist. Dieser Messgeber ist bevorzugt ein "Funktionsdrehmelder", der in der Antriebstechnik üblicherweise als Resolver bezeichnet wird. Inhaltlich ist ein Resolver ein transformatorisch gekoppelter Messgeber, der ein Nutzsignal abgibt, aus dem zumindest ein für die Antriebstechnik relevantes Systemsignal bestimmt werden kann.

Vom technischen Funktionsprinzip her ist der Funktionsdrehmelder ein rotierender Transformator, dessen Ausgangsspannung eine eindeutige Beziehung zur Position seiner Welle hat. Funktionsdrehmelder eignen sich deshalb als absolute Winkelgeber mit einem Drehbereich von grösser 360° , vgl. dazu beispielsweise die **DE-C 196 35 040** (Litton), dort Spalte 1, Zeilen 15 bis 20 sowie Spalte 2, Zeilen 9 bis 13. Während sich bei der bezogenen Schrift der Funktionsdrehmelder auf den rein mechanischen Aufbau bezieht, vgl. die dortige Figur 2, ist die Bestimmung der gewünschten Systemgrößen auch mit der **DE-C 38 34 384** (Lenze) möglich. In letzterer Schrift ist ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung von digitalen Drehzahlen und Drehwinkelinformationen mittels eines Funktionsdrehmelders beschrieben. Dazu sei auf die dortige Figur 1 verwiesen. Sie zeigt eine Regelschaltung als Nachlaufregler, mit der aus einem Betriebssignal der Rotorwicklung des Resolvers die Schaltungsanordnung gespeist wird, welche mit einem Regler eine Regeldifferenz auf Null regelt. Im stationären Zustand entspricht die Ausgangsgröße des Reglers dann der Drehzahl und ihr Integral der Lage (dort "Winkelausgabe" genannt).

Besonders in einer rauen Umgebung, aber auch bei langfristigem Gebrauch muß sichergestellt werden, daß Antriebe keine unzulässige Betriebszustände einnehmen, also keine zu hohen Drehzahlen erfahren, wenn beispielsweise das Meßglied für die Drehzahlmessung ausfällt, wie durch einen elektrischen oder mechanischen Fehler im

Drehgeber. Solche Probleme werden im Stand der Technik meist durch Redundanz gelöst, namentlich durch Einsatz von mehreren Drehgebern, die dann im Rahmen einer Vergleichsmessung oder einer Mehrheitsentscheidung (bei zumindest drei Messgebern) eine Sicherheitsüberwachung erlauben.

Es ist eine **technische Problemstellung** der Erfindung, Sicherheit ohne Redundanz zu ermöglichen, und diese Sicherheit für Betriebssignale in der Antriebstechnik zur Verfügung zu stellen. Es sollen dabei keine zusätzlichen Geber für die genannten Betriebssignale erforderlich sein und dennoch soll eine sicherheitsgerichtete Drehzahlbegrenzung eines Antriebs zur Erzielung hoher Schutzlevel möglich werden.

Erreicht wird das gemäß der Erfindung mit einem Verfahren nach Anspruch 1. Alternativ stellt auch ein Verfahren nach Anspruch 16 eine solche Problemlösung bereit. Der in der Sicherheit zuverlässige Messgeber nach Anspruch 20 ermöglicht die Generierung eines Fehlersignals über eine Überwachungsschaltung, wobei ein nicht zulässiger Betriebszustand erfaßt und das Fehlersignal entsprechend erzeugt wird.

Im generellen Bereich der Antriebstechnik findet das Verfahren nach Anspruch 30 Anwendung, alternativ ein Messgeber nach selbigem Anspruch, wobei ein Verstimmungssignal eingesetzt wird, das in die geschlossene Regelschleife des Messgebers eingespeist wird. Diese dauerhafte Einspeisung des Verstimmungssignals kann außerhalb der Meßschleife in einer gesonderten Überwachungsschaltung detektiert werden, wo seine Anwesenheit überwacht wird und bei Ausbleiben dieses - in der Überwachungsschaltung Kontrollsignal genannten - Verstimmungssignals wird das Fehlersignal entsprechend abgegeben. Der Überwachungsschaltung wird auch das Ausgangssignal des Messgebers zugeführt, welches in gleicher Weise dem geschlossenen Regelkreis zugeführt wird, wobei aber dieses Betriebssignal Teil der geschlossenen Regelschleife ist. Lediglich die Überwachungsschaltung liegt außerhalb der geschlossenen Regelschleife und ist mit ihrem Ausgangssignal nicht in die Ermittlung des regelungstechnischen Signals einbezogen.

Mit dieser besonderen Überwachung werden alle elektrischen Fehler des Drehmelders und dessen Anschlußleitung, wie Unterbrechung oder Kurzschluß, festgestellt und das Fehlersignal entsprechend generiert.

Die Überwachungsschaltung übernimmt die Erkennung des Fehlers, wobei für den Fall des Einsatzes eines transformatorisch-gekoppelten Messgebers im Sinne des "Funktionsdrehmelders" ein Prüfsignal nahe dem Nachlaufregelkreis der

Schaltungsanordnung des Funktionsdrehmelders eingespeist wird. Besonders an der Stelle der Regelabweichung, also vor dem zumindest einen Integralanteil aufweisenden Regler des Nachlaufkreises kann die Einfügung des Prüfsignals stattfinden. Dieses Prüfsignal beeinflusst damit den gesamten Regelkreis und stellt bildlich gesprochen eine Verstimmung dar, wenn man davon ausgeht, daß am Eingang des Reglers der Schaltungsanordnung im stationären Fall eine Regelabweichung von Null vorliegt. Diese stationäre Regelabweichung liegt weiterhin vor, nur ist sie beeinflusst von der Einspeisung des Prüfsignals, das seinerseits der Überwachungsschaltung in gleicher Weise (in gleicher Amplitude) zugeführt wird.

Kommt es zu einer Störung des Funktionsdrehmelders, kann die Sicherheitsüberwachung erkennen, daß ein Kontrollsignal sich nicht zu Null ergibt, wenn das Verstimmungssignal subtrahiert wird. Das läßt den Rückschluß darauf zu, daß irgend ein elektrischer oder mechanischer Fehler am Messgeber vorliegt, was zu einer Sicherheitsabschaltung führt, die auf einer niedrigen Spannungsebene veranlaßt wird. Das Vorhandensein des Prüfsignals (Anspruch 4, 5 oder 6) wird ständig in der Sicherheitsüberwachung überwacht. Dabei kann das Prüfsignal im wesentlichen konstant sein. Es kann als Winkelsignal eingespeist werden, spezifisch an der zuvor beschriebenen Stelle der Regelabweichung des Integralreglers der Nachlaufregelung.

Sowohl der Sicherheitsüberwachung, als auch der Nachlaufregelung wird nicht nur das Prüfsignal. Sondern auch das Ausgabesignal (Betriebssignal) des Resolvers zugeführt (Anspruch 2).

Beispiele von zu erkennenden Fehlern sind eine Grenz-Drehzahlüberwachung (Anspruch 7).

Die Bestimmung des Drehzahlwertes oder des Lagewertes in der Nachlaufregelung erfolgt so, wie im Stand der Technik eingangs erläutert (Anspruch 9).

Nachdem das Prüfsignal in der Sicherheitsüberwachung zunächst aus dem modulierten Betriebssignal des Funktionsdrehmelders herausgefiltert wird, und dazu keine spezifische Demodulation in der Sicherheitsüberwachung vorgenommen werden muß, wie sie in der Nachlaufregelung durch eine Trägerfrequenz vorgenommen wird, kann mit einer einfachen Schaltungstechnik der Hochfrequenzanteil des Betriebssignales ausgefiltert werden (Anspruch 10, 11 und 12 sowie 17). Dabei ist darauf zu verweisen, daß die Funktionalität vergleichbar sein sollte, die im Anfangsabschnitt der Nachlaufregelung und bei der Sicherheitsüberwachung Einsatz findet.

Das durch die funktionell gleiche Beeinflussung des Signals gewonnene Kontrollsignal sollte im Normalzustand des Antriebes betragsmäßig im wesentlichen dem Prüfsignal entsprechen, so daß eine subtraktive Kombination (im Sinne eines Vergleichs der betragsmäßigen Größen) zu einem Null-Ergebnis führt (Anspruch 13).

Liegt eine zeitlich längere oder eine betragsmäßig größere Abweichung vor, kann das Fehlersignal generiert werden (Anspruch 14,18). Um nicht zu empfindlich Fehlersignale zu detektieren, kann eine Toleranzspanne vorgesehen sein, beispielsweise durch einen Fensterkomparator. Es kann auch eine zeitliche Sperre vorliegen, bevor das Fehlersignal aktiviert wird.

Anzumerken ist, daß die zu erfassenden Fehlersignale keine solchen sind, die "regelungstechnisch erfaßbar und ausregelbar" sind. Solcherart erfaßbare Störeinflüsse sollen durch die reguläre Regelung bzw. Steuerung erfaßt werden, während die von dieser Regelung nicht beeinflussbaren "Störgrößen" im Sinne von sicherheitsrelevanten Fehlern durch die Sicherheitsüberwachung gesondert erfaßt werden (Anspruch 16).

Um den Einfluß durch das Prüfsignal deterministisch zu halten, sollte dieses Signal zumindest stetig sein, besonders als ein konstanter Wert ausgebildet werden (Anspruch 26, 27 und 28). Es wird zwar in den Regelkreis eingespeist, kann aber bei seiner bekannten Größe in der eigentlichen Regelung berücksichtigt werden (Anspruch 28). Da es deterministisch und in seiner Amplitude bekannt ist, kann es auch in der Sicherheitsüberwachung subtraktiv kombiniert werden, welche Sicherheitsüberwachung dieses Prüfsignal als Verstimmung der Regelabweichung des Nachlaufreglers im Sinne eines Kontrollsignals gesondert bestimmt (Anspruch 31).

Das in der Nachlaufregelung (der Steuerschaltung) verwendete Modulationssignal kann im Bereich von 4 bis 6 kHz liegen, insbesondere als sinusförmiges Signal, um durch eine Abtastung des Verlaufs dieses Signals, bzw. der Kurvenform eine höhere Auflösung zu erhalten. Beispielsweise wird innerhalb einer Sinus-Schwingung 8 mal abgetastet, was insbesondere bei langsamen Drehzahlen von Vorteil ist.

Besonders vorteilhaft ist der Einsatz des Verstimmungssignals (auch: Prüfsignals) zur Erkennung von Kurzschlüssen in den Anschlußleitungen, den Verbindungsstellen oder der Wicklung des Messgebers. Mit einem aufgeprägten Gleichsignal im Messgeber, der auf die Meßgröße keinen Einfluß aufgrund der transformatorischen Kopplung besitzt, könnte allenfalls eine Unterbrechung detektiert werden, nicht aber ein Kurzschluß, der das Gleich-Stromsignal am Messgeber praktisch unverändert belassen würde. Meist

sind Fehlerursachen defekte Kabel und Anschlüsse, die mit der Erfindung unabhängig von der Art des Fehlers im Bereich des Messgebers erkannt werden können.

Mit der Erfindung kann Sicherheit ohne zusätzliche Redundanz von Drehgebern zur Verfügung gestellt werden. Es kann demzufolge für eine Antriebsanwendung nur ein solcher sicherheitsüberwachter Sensor, beispielsweise als Funktionsdrehmelder, verwendet werden. Nicht ausgeschlossen ist die Verwendung weiterer Sensoren, wenn es das Anwendungsgebiet erfordert.

Die Sicherheitsüberwachung erstreckt sich dabei zunächst auf den Drehgeber selbst, mit dieser Überwachung des Drehgebers wird aber auch der Antrieb als Ganzes und das von dem Antrieb angetriebene Objekt ebenfalls in der Sicherheit überwacht. Die Überwachung erfolgt auf einem potentialmäßig niedrigen Pegel, also nahe der Steuerspannung, nicht auf der Leistungsseite.

Erfindungsgemäß können Kosten durch die Einsparung weiterer redundanter Geber reduziert werden. Montageaufwand kann vermieden werden und Sicherheit kann gleichwohl gewonnen werden.

...

Ausführungsbeispiele erläutern und ergänzen die Erfindung.

- Figur 1** veranschaulicht ein Blockschaltbild eines ersten Beispiels.
- Figur 2** veranschaulicht einen Übersichtsschaltplan, zur Verdeutlichung des Prüfsignals ε .
- Figur 3** sind Signalverläufe (a) bis (f) mit dem ersten Beispiel, für verschiedene Fehlerzustände, die erfasst werden.
- Figur 4** sind Signalverläufe (a) bis (f) mit dem ersten Beispiel, für verschiedene Fehlerzustände, die erfasst werden.

Figur 2 veranschaulicht eine schematische Übersicht über die Funktionseinheiten der hier beschriebenen Sicherheits-Überwachung. Als Messgeber wird ein Funktionsdrehmelder (Resolver) 50 angewendet, der mit der Welle des Antriebes gekoppelt ist. Der Funktionsdrehmelder weist dabei transformatorisch gekoppelte Wicklungen auf, von denen eine mit der Welle mitdreht, während die beiden anderen Wicklungen dem Stator zugeordnet sind und von einer Steuerschaltung 40 mit zwei Wechsignalen versorgt werden. Die Phasenlage dieser Wechsignale soll im stationären Zustand der Lage bzw. Drehlage α des Antriebs entsprechen. Dazu ist die Nachlaufregelung 40 mit einem Integrator als Regler versehen, der eine Regeldifferenz auf Null ausregelt, welcher Zustand vorgibt, daß die Phasenlage des Signals am Ausgang der Nachlaufregelung der Lage des Antriebs entspricht.

Mit den Funktionseinheiten 40, 50 ist damit ein geschlossener Regelkreis charakterisiert. Aus dem Regelkreis wird das Betriebssignal u_{53} des Resolvers, also das auf der Rotorwicklung induzierte Signal, auch einer Sicherheitsüberwachung 30 zugeführt, deren Innenleben anhand der Figur 1 später erläutert wird. Diese Sicherheitsüberwachung gibt ein Fehlersignal F aus, welches einen Zustand kennzeichnet, der im normalen Betrieb des Antriebs nicht auftreten sollte. Er kann einen Fehler der Mechanik oder Elektrik des Funktionsdrehmelders kennzeichnen, er kann aber auch eine überhöhte Drehzahl registrieren und zu einer Abschaltung führen.

Ein Verstimmungssignal im Sinne eines gesonderten, im wesentlichen stationären Signals ε wird sowohl der Steuerschaltung 40 mit der Nachlaufregelung wie auch der Sicherheitsüberwachung 30 zugeführt. Damit wird dieses Signal einmal in den Regelkreis eingespeist und zum anderen außerhalb des Regelkreises in bekannter

Höhe ebenfalls verwendet. Diese Gleichheit der Signale kann dazu verwendet werden, das Verstimmungssignal ε als Vergleichssignal (Prüfsignal) zu verwenden, das in der Überwachungsschaltung 30 mit einem Kontrollsignal verglichen wird, welches aus dem Nutzsignal u_{53} (als Betriebssignal des Resolvers 50) hergeleitet wird.

Die genauere Ausführung ist die **Figur 1**. Auch hier finden sich die beschriebenen Funktionen wieder, nur in einer spezifischen Realisierung. Die Realisierung kann in Schaltungstechnik entweder analog oder digital erfolgen. Die entsprechenden Bauelemente können dabei diskret, oder über Mikroprozessor-Technik realisiert sein. Es können auch kundenspezifische Bauteile Anwendung finden, auf denen Analog/Digital-Wandler platziert werden, Tabellen zum Auslesen eines Sinusverlaufes abgelegt sind und entsprechende Regelalgorithmen in Abtastregelung ausgeführt werden.

Ausgehend von dem schematisch dargestellten Drehmelder 50 mit seiner rotierenden Rotorwicklung 53 und dem von ihr abgegebenen Betriebssignal u_{53} wird sowohl die Steuerschaltung 40, wie auch die Überwachungsschaltung 30 von diesem Signal gespeist. Die beiden Statorwicklungen 51a, 51b, die nicht dieselbe Orientierung haben (gegeneinander versetzt sind), werden von einer Ausgangsstufe 49 gespeist, die zwei phasenverschobene Signale bereitstellt. Diese werden als Cosinus und Sinus hier bezeichnet, wenn zwei Wicklungen im Drehmelder 50 vorgesehen sind.

In der Nachlaufregelung ist ein Nachlaufregler 42 als PI-Regler vorgesehen. Er hat zumindest einen Integralanteil, um für eine Regelabweichung Null zu sorgen. Diese Regelabweichung ergibt sich aus der Physik des Resolvers als in erster Näherung zur Differenz der Phasenlagen α und φ , genauer als Sinus dieser Differenz. Kann die Regeldifferenz auf Null geregelt werden, stimmt der Winkel α mit dem Winkel φ überein. Damit ist eine Lagebestimmung des Antriebs möglich. Vorgelagert, vor einem Winkelintegrator 43, wird eine Drehzahl gemessen, die mit $\omega(t)$ bezeichnet ist. Die Lage ergibt sich durch eine Integration der Drehzahl bei dem hier gewählten Meßprinzip.

Ausgehend von der Drehlage $\varphi(t)$ können über Tabellen zwei um 90° phasenversetzte Schwingungskurven $u_{51a}(t)$ und $u_{51b}(t)$ zunächst digital und dann analog gebildet werden, die die Steuersignale für die beiden Statorwicklungen 51a, 51b bilden.

Sowohl der Ausgangsbereich der Steuerschaltung, Stellabschnitt 49 genannt, wie auch der Eingangsbereich 41 der Schaltungsanordnung 40, verwenden ein Trägerfrequenzsignal, das von einem Generator 44 ausgeht. Im Eingangsbereich dient

dieses Signal zur Demodulation, während es im Ausgangsbereich zur Modulation der beiden phasenverschobenen Ausgangssignale verwendet wird. Als Trägerfrequenz findet eine Sinusschwingung Anwendung, die eine erhöhte Auflösung des Lagesignals möglich macht, bis hin zu 21bit, statt wie bisher im wesentlichen 16bit, bei Verwendung eines digitalen Trägerfrequenz-Signals. Mit der Modulation im Ausgangsbereich (vor den A/D-Wandlern) kann eine Auflösung des Messgeber-Ausgangssignals u_{53} auch bei langsamen Drehzahlen, bis hin zum Stillstand ermöglicht werden. Die Modulation sorgt für eine transformatorische Signalübertragung auch dann, wenn keine Relativbewegung der drei eingezeichneten Wicklungen (zwei im Stator, eine im Rotor) erfolgt. Andere Anzahlen von Wicklungen (beispielsweise drei Wicklungen im Stator als Dreiphasen-System) sind ebenfalls verwendbar.

In die Regelschleife greift ein Prüfsignal ε ein, das zuvor erläutert war. Dieses ist vor dem zumindest einen Integrator 42,43 hier an der Stelle der Regeldifferenz so eingefügt, daß es die Regeldifferenz verstimmt, bzw. verstellt. Ein Einfluß an dieser Stelle führt dazu, daß der Nachlaufregler an der nunmehr veränderten Regeldifferenz noch immer den Wert Null für den stationären Fall einstellt. Die Dynamik des Systems wird dadurch nicht beeinflusst, lediglich eine Veränderung der Lagemessung findet statt. Diese Lageveränderung durch Eingriff des Prüfwinkels ε als stationäres Signal kann in der Sicherheitsüberwachung 30 detektiert werden. Dazu wird der Sicherheitsüberwachung das Betriebssignal u_{53} zugeführt. Eine A/D-Wandlung 31 findet statt. Danach wird das Signal gefiltert, wobei der Filter 32 im Beispiel aus einer Betragsbildung 32a und einem Tiefpass 32b besteht. Der Tiefpass 32b filtert die Hochfrequenzanteile aus, die durch die Demodulation im Eingangsbereich 41 der Steueranordnung 40 herausgenommen werden bzw. von der Modulation im Stellbereich 49 der Schaltungsanordnung 40 zu den oben genannten Zwecken eingefügt worden sind. Durch die Betragsbildung 32 ist sichergestellt, daß der Antrieb in beiden Richtungen sicherheitsüberwacht werden kann.

Es ergibt sich nach Filterung eine Kontrollgröße als Kontrollsignal u_{32} , welches mit dem Prüfsignal ε in einer Vergleicherschaltung 33 verglichen wird. Der Vergleich kann sich als eine Summenbildung (mit einem umgekehrten Vorzeichen) darstellen. Mit anderen Worten werden das Prüfsignal als Verstimmungssignal und das Kontrollsignal "subtraktiv kombiniert".

Es ergibt sich ein Signal u_{33} als Differenzsignal. Dieses Signal sollte im fehlerfreien Zustand des Antriebs und ohne Störungen des Funktionsdrehmelders 50 im wesentlichen Null betragen. Leichte Auslenkungen bei dynamischen Stellvorgängen

sind möglich, wie auch geringfügige Abweichungen hinsichtlich der Amplitude, so daß über ein Fensterkomparator 38 ein Fehlersignal F detektiert wird, das nicht zu empfindlich reagiert.

Dieses Fehlersignal F kann entweder in der Amplitude mit einer Spanne Δu_{38} verglichen werden, innerhalb derer es nicht erzeugt wird, beispielsweise durch den Fensterkomparator 38. Es kann auch mit einer nicht dargestellten Zeitschaltung so verknüpft werden, das ein Fehlersignal aktiv erst dann ausgegeben wird, wenn das gemessene Fehlersignal u_{33} eine vorgegebene (minimale) Zeitspanne lang vorliegt. Diese Betriebsweise kann als eine "kurzzeitige Sperrung" angesehen werden.

Nicht dargestellt sind bekannte Antriebe und Abtriebe, die der Fachmann sinngemäß so ergänzt, daß sie mit dem Funktionsdrehmelder in eine geeignete mechanische Verbindung gebracht werden. Ebenfalls nicht dargestellt ist die eigentliche Steuerung bzw. Regelung, mit der der Antrieb betrieben wird, ausgehend von den mit der Figur 1 erfaßten Drehgrößen, wie der Drehzahl oder der Lage, ergänzend ggf. auch einer gemessenen Beschleunigung.

Der Verlauf des Prüfsignals ist hier als Beispiel ein stationärer Prüfwinkel $\varepsilon = \text{constant}$ vorgesehen, der langfristig die Steuerschaltung beeinflusst. Er wird durch die eigentliche Regelung des Antriebs nicht ausgeregelt.

Vergleichend wurde zuvor gegenübergestellt, daß das Betriebssignal u_{53} im Eingangsbereich der Steuerschaltung 40 und im Eingangsbereich der Sicherheitsüberwachung 30 funktionell gleich behandelt wird. Vom Ergebnis her beträgt die eigentliche Regeldifferenz vor der Einflußnahme des Prüfwinkels ε , also vor der Additionsstelle 42a, im stationären Zustand Null. Damit sind die beiden Eingangsabschnitte funktionell gleich, selbst wenn sie schaltungstechnisch anders ausgeführt wird.

Nachdem die Summationsstelle 42a in der Sicherheitsüberwachung als Differenzbildner 33 arbeitet, ist erkennbar, daß sowohl am Fensterkomparator 38 (Differenzsignal u_{33}), wie auch am Eingang des Nachlaufreglers 42 stationär keine Signalkomponente anliegen sollte. Für den zu detektierenden unerwünschten Betriebszustand ist das anders. Zwar wird der Nachlaufregler für eine gewisse Zeitspanne noch immer eine Regeldifferenz auf Null regeln, aber hierbei hat der Fensterkomparator bereits angesprochen und zeigt einen unerwünschten

Betriebszustand über das Fehlersignal F an, auch $F(t)$ genannt, wobei in einem Beispiel $F(t) = 0$, wenn $t > t_F$, mit t_F = Zeitpunkt des Fehlerfalls.

Aus dieser vergleichenden Gegenüberstellung wird deutlich, daß gesondert von der Nachlaufregelung 40 eine unabhängige Beeinflussung des Betriebssignals u_{53} erfolgt, um das Vorhandensein des amplitudenmäßig zu bewertenden Prüfwinkels überwachen zu können. Der zu detektierende Fehlerfall ergibt sich aus fehlender Kompensation in der Sicherheitsüberwachung 30, der mit Zeitverzögerung oder mit einer gewissen amplitudenmäßigen Toleranz Δu_{38} als Fehlersignal $F(t)$ dargestellt wird.

Die Ausgabe des Fehlersignals F erfolgt mit anderen Worten bei einer Abweichung bzw. einem Verlassen des Kompensationsfalls in der Sicherheitsüberwachung. Der Kompensationsfall ist der Zustand mit elektrisch und mechanisch ordnungsgemäß angeschlossenem und arbeitendem Funktionsdrehmelder 50. Dieser Kompensationsfall muß nicht eine völlige Kompensation der Signale in der Subtraktionsstelle 33 sein, sondern kann eine "Kompensation im wesentlichen" sein, wie sich durch Beschreibung der Toleranzspannung und der Zeitüberwachung vor einer definitiven Ausgabe des Fehlersignals F ergibt.

Signaldiagramme für das Ausführungsbeispiel werden im Folgenden erläutert. Sie sind in Figur 1 drei Punkten im Schaltungsplan zugeordnet. Die beiden Ausgangssignale $u_{51a}(t)$ und $u_{51b}(t)$ sind Signale mit einer Trägerfrequenz, welche durch den Modulator 44 moduliert sind. Diese Trägerfrequenz ist im gesampleten (abgetasteten) Signal nur andeutungsweise zu erkennen, während die Hüllkurve die Drehfrequenz des Rotors wiedergibt. Diese beiden Frequenzen sind deutlich unterschiedlich; das in der Nachlaufregelung verwendete Modulationssignal kann im Bereich von 4 bis 6 kHz liegen (vgl. Seite 4, letzter Absatz).

Das im Beispiel konstant angenommene Prüfsignal ε ist moduliert durch die Trägerfrequenz vom Modulator 44 als amplitudenmäßig kleines Signal ε' bei u_{53} ersichtlich, hier in Beispiel mit einer kleinen Amplitude unter 200mV.

Für einen anzunehmenden Fehlerfall zeigen die **Figuren 3 und 4** unterschiedliche Fehler, bei einmal Stator (Figur 3) und einmal Rotor (Figur 4). Soweit der Rotor betroffen ist, handelt es sich um einen Leitungsschluß der Rotorwicklung 53, welcher durch eine Unterbrechung oder durch einen Kurzschluß zum angenommenen Zeitpunkt t_F eintritt. Dieses ist im dargestellten Beispiel zum Zeitpunkt 120 msec der Fall. Dies gilt für beide Figuren 3 und 4. Bei einer Unterbrechung der Leitungsführung zwischen dem

Ausgang eines der Wandler 49 und dem Eingang einer der Wicklungen 51a, 51b dargestellt bei der Wicklung 51b, fehlt nach dem genannten Zeitpunkt t_F das hier speisende Signal $u_{51b}(t)$, wie Figur 3, Abbildung (b) für diesen Fehlerfall veranschaulicht.

Das modulierte Prüfsignal ε' ist in beiden Fehlerfällen ersichtlich, in zwei unterschiedlichen Amplitudendarstellungen, vgl. jeweils das Diagramm (c) von Figuren 3 und 4. Das hier gezeigte Signal ε' ist das modulierte Signal ε , moduliert vom Modulator 44. Die beiden Ausgangssignale $u_{51a}(t)$ und $u_{51b}(t)$ werden als vom Modulator 44 modulierte Sinus-Cosinus-Signale gezeigt, im zeitlichen Bereich um den Fehlerfall herum, vgl. jeweils die Diagramme (a) und (b) von Figuren 3 und 4.

Nach Eintritt des Fehlerfalls zum Zeitpunkt t_F schaltet das Fehlersignal F der Diagramme (f) als Ausgang des Fensterkomparators 38 auf (logisch) Null. Damit wird das Fehlersignal F zu einem zeitabhängigen Signal $F(t)$, wenn die Zeit die unabhängige Größe ist. Der im Beispiel der Figuren 3 und 4 zum Zeitpunkt 120 msec eintretende Fehlerfall wird bei einer Unterbrechung der Leitung zur Statorwicklung 51b praktisch sofort erkannt, durch einen sehr hohen Signalausschlag der Spannung $u_{53}(t)$. Auch ein fehlendes Signal ε' in Figur 4, Abbildung (c) wird als Fehlerfall erkannt, nur mit einer kleinen Zeitverzögerung von etwas mehr als 4 msec, aufgrund der in der Schaltung 30 vorgesehenen Verzögerung 32b und des gegebenen sehr geringen Signalausschlags des Prüfsignals am Ausgang der Wicklung 53.

Die gezeigten Fehlersituation zeigen, dass sowohl Fehler im Stator, wie auch Fehler von Leitungen zum Stator, wie auch Fehler im Rotor oder in Leitungen vom Rotor erfasst werden. Dafür sorgt die Zuführung des Prüfsignals ε nicht nur zu der Schaltung 40, sondern auch zur Prüfschaltung 30, wo sie bei Wegfall des Signals nach Figur 4, Abbildung (c) ausschlaggebend ist für die Veranlassung des Schaltens des Signals F , bei fehlender Kompensation durch die Subtraktionsstelle 33. Im anderen Fehlerfall nach Figur 3, Abbildung (c), ist der hohe Ausschlag über die Zeitverzögerung 32b maßgebend, welcher von dem sprunghaft stark ansteigenden Signal $u_{53}(t)$ ausgeht und auf die Überwachungsschaltung 30 Einfluss nimmt.

Der Tiefpass 32b als Bestandteil des Filters 32 mit der Betragsbildung 32a filtert Hochfrequenzanteile aus, welche (parallel) durch die Demodulation im Eingangsbereich 41 der Steueranordnung 40 herausgenommen werden. Diese Glättung 32b wirkt sich bei gegebenem Fensterkomparator 38 und vorgegebener Ansprechschwelle auf eine Zeitverzögerung aus, bis zum Ansprechen von $F(t)$.

Je größer der Signalausschlag ist, vgl. Figur 3, Abbildung (c), oder bei geringerem Ausschlag Figur 4, Abbildung (c), desto schneller ist das Ansprechen des Fehlersignals $F(t)$, jeweils dargestellt in den Figuren 3 und 4 in der Abbildung (f).

* * *

Ansprüche:

1. **Verfahren** zum Erfassen von nicht erwünschten Betriebszuständen einer Antriebseinrichtung, wobei
 - (a) ein transformatorisch zwischen einer Stator- und Rotorseite gekoppelter Messgeber (50) mit einer Steuerschaltung (40) zur Erfassung eines Lagewertes oder eines Drehzahlwertes des Antriebs verwendet wird;
 - (b) ein Fehlersignal (F) abgegeben wird, wenn ein nicht erwünschter Betriebszustand eintritt;
 - (c) einer Sicherheitsüberwachung (30) zur Bestimmung und Abgabe des Fehlersignals (F) ein Prüfsignal (ϵ) zugeführt wird, welches Prüfsignal ebenso der Steuerschaltung (40) zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Sicherheitsüberwachung (30) und der Steuerschaltung (40) ein bzw. dasselbe Betriebssignal (u_{53}) des transformatorisch gekoppelten Messgebers (50) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der nicht erwünschte Betriebszustand ein Kurzschluß im Bereich des Messgebers (50) oder seiner Anschlußleitungen ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Prüfsignal (ϵ) im wesentlichen konstant ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, wobei das Prüfsignal ein Winkelsignal ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5, wobei das Prüfsignal (ϵ) an einer Stelle der Steuerschaltung (40) angreift, welche **vor** zumindest einem Integrator (42,43) gelegen ist.
7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der nicht erwünschte Betriebszustand zumindest einer der folgenden ist:
 - (i) Drehzahlüberhöhung;
 - (ii) Überschreiten einer vorgegebenen Grenzdrehzahl;
 - (iii) elektrischer Fehler im Messgeber (50);
 - (iv) elektrischer Fehler im Bereich von Anschlüssen oder Leitungsführungen des Messgebers (50);
 - (v) mechanischer Fehler im Bereich des Messgebers (50).

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Messgeber (50) ein Signalgeber ist, zur Bestimmung oder Berechnung zumindest eines Betriebssignals der Antriebstechnik an der Antriebseinrichtung, insbesondere ausgebildet als ein Funktionsdrehmelder oder Resolver.
9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung (40) eine Nachlaufregelung (42,49) ausführt, um zumindest einen Drehzahlwert (ω) aus dem Betriebssignal (u_{53}) zu berechnen und abzugeben.
10. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Sicherheitsüberwachung (30) das Betriebssignal (u_{53}) eingangs oder anfangs funktionell ebenso beeinflusst (31,32), wie die Steuerschaltung (40), aber gesondert davon.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die gesonderte Beeinflussung unabhängig von einer entsprechenden Beeinflussung in der Steuerschaltung (40) ist.
12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die gesonderte Beeinflussung eine AD-Wandlung und eine Glättung (32b) umfaßt, zur Unterdrückung eines hochfrequenten Anteils (44) des Betriebssignals (u_{53}).
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das beeinflusste, geglättete Betriebssignal mit dem Prüfsignal (ε) differenzbildend zusammengefaßt wird (33), zum Erhalt eines Differenzsignals (u_{33}).
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei eine Toleranzspanne (Δu_{38}) mit dem Differenzsignal (u_{33}) verglichen wird, um das Fehlersignal ($F; F(t)$) abzugeben, wenn das Differenzsignal die Toleranzspanne verläßt.
15. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Messgeber (50) an einer Welle des Antriebs montiert ist, um abhängig von der Drehung der Welle das Betriebssignal (u_{53}) als Ausgangssignal einer mit der Welle mechanisch gekoppelten transformatorischen Wicklung (53) abzugeben.

...

- 16. Verfahren** zum Erfassen bzw. Erkennen von nicht regelungstechnisch erfaßbaren und ausregelbaren Störeinflüssen auf einen - insbesondere elektrischen - Antrieb mit einem Messgeber (50), dessen Ausgangssignal (u_{53}) zur "regelungstechnischen Regelung" des Antriebs verwendet wird, wobei
- (i) ein Nutzsignal und ein Verstimmungssignal (ϵ, u_{53}) sowohl einer dem Messgeber (50) nachgeordneten Steuerschaltung (40), wie auch einer Überwachungsschaltung (30) zugeführt werden;
 - (ii) in der Überwachungsschaltung das Verstimmungssignal und das Nutzsignal subtraktiv kombiniert werden (33);
 - (iii) bei Verlassen einer Kompensation im wesentlichen, durch die Kombination in der Überwachungsschaltung (30,33), ein Fehlersignal ($F; F(t)$) generiert wird (38).
- 17.** Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Nutzsignal in der Überwachungsschaltung (30) geglättet, insbesondere auch gleichgerichtet wird (32a), bevor es subtraktiv kombiniert wird.
- 18.** Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Generierung des Fehlersignals (F) über eine betragsmäßige oder eine zeitmäßige Schwelle (Δu_{38}) kurzzeitig gesperrt wird (38).
- 19.** Verfahren nach Anspruch 16, wobei ein niederfrequenter Anteil des Nutzsignals subtraktiv mit dem Verstimmungssignal kombiniert wird (33).
- 20. Messgeber** mit einem Stator und einem Rotor, zur Montage an einer Antriebswelle und Messung von Drehsignalen, wie Drehzahl, Beschleunigung oder Lage (α, ω, φ) eines Antriebs, wobei
- (1) eine Steuerschaltung (40) mit einer Nachlaufregelung (42,49) vorgesehen ist, welche über einen Stellabschnitt (49) zumindest zwei Wicklungen (51a,51b) des Messgeber (50) speist oder zur entsprechenden Speisung ausgebildet ist;
 - (2) eine relativ zum Stator rotierbare weitere Wicklung (53) auf dem Rotor des Messgebers (50) angeordnet ist, zur Abgabe eines Betriebssignals (u_{53});
 - (3) eine gesonderte Überwachungsschaltung (30) vorgesehen ist, welcher ebenso wie der Steuerschaltung (40) das Betriebssignal zuführbar ist, zur Bestimmung und Abgabe eines Fehlersignals (F).

21. Messgeber nach Anspruch 20, wobei die Überwachungs-Schaltung (30) gesondert von der Steuerschaltung (40) ist.
22. Messgeber nach Anspruch 20, wobei die Überwachungs-Schaltung (30) nicht am Messgeber (50) angeordnet ist.
23. Messgeber nach Anspruch 20, wobei die Steuerschaltung mit der Nachlaufregelung zumindest einen Integralregler (43) - insbesondere als einen PI-Regler – aufweist, welchem eine Regelabweichung zuführbar ist, die für einen stationären Zustand im wesentlichen Null beträgt.
24. Messgeber nach Anspruch 20, wobei der Steuerschaltung (40) ein Verstimmungssignal (ϵ) zuführbar ist, welches das Meßergebnis des Messgebers dauerhaft verfälscht und in der Überwachungsschaltung (30) als Kontrollsignal (u_{32}, u_{33}) aus dem Betriebssignal (u_{53}) ausfilterbar ist.
25. Messgeber nach Anspruch 24, wobei das Verstimmungssignal (ϵ) auch der Überwachungs-Schaltung (30) zuführbar ist, um es mit dem gefilterten Kontrollsignal zu vergleichen, insbesondere subtraktiv zu kombinieren.
26. Messgeber nach Anspruch 20 oder Verfahren nach Anspruch 1 oder 16, wobei das Verstimmungssignal (ϵ) ein zumindest stetiges Signal, insbesondere ein konstanter Wert ist.
27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Wert eine Winkel- oder Lagegröße ist (ϵ).
28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei die Lagegröße als Offset im gemessenen Lagewert vor einer Weitergabe an eine Regelung des Antriebs kompensiert wird.
29. Messgeber nach Anspruch 20, wobei in der Steuerschaltung (40) ein Frequenzgeber (44) vorgesehen ist, um mit einem stetigen Signal, insbesondere Sinussignal, zumindest eine Modulation der Ausgangssignale (u_{51b}, u_{51a}) der Steuerschaltung (40) vorzunehmen.

... ..

- 30. Verfahren oder Messgeber** zur betriebssicheren Erfassung zumindest eines regelungstechnisch verwendeten Signals der Antriebstechnik, wie Drehzahl, Drehlage oder Beschleunigung, wobei
- der Messgeber (50) in einer geschlossenen Regelschleife (53,42, 49,51a,51b) eingebunden ist, zur Nachführung und Bereitstellung des Signals (ω, α) der Antriebstechnik;
 - ein Fehlersignal (F) dadurch erzeugbar ist oder so erzeugt wird, daß in die Regelschleife dauerhaft ein Verstimmungssignal (ε) eingespeist ist, dessen Vorhandensein von einer gesonderten Überwachungsschaltung (30), welcher ein Ausgangssignal des Messgebers (50) zuführbar ist, überwacht wird (32,33,38), um bei einer Abweichung das Fehlersignal (F) abzugeben.
31. Verfahren oder Messgeber nach Anspruch 30, wobei das Verstimmungssignal in der gesonderten Überwachungsschaltung als Kontrollsignal vorliegt und sein Vorhandensein gegeben ist, wenn seine Amplitude im wesentlichen derjenigen Amplitude des Verstimmungssignals entspricht, welches in die Regelschleife eingespeist wird.
32. Verfahren oder Messgeber nach Anspruch 30, wobei das Verstimmungssignal (ε) eine Regelabweichung der Regelschleife vor einem zumindest einen Integralanteil aufweisenden Regler (42) verändert.

* * *

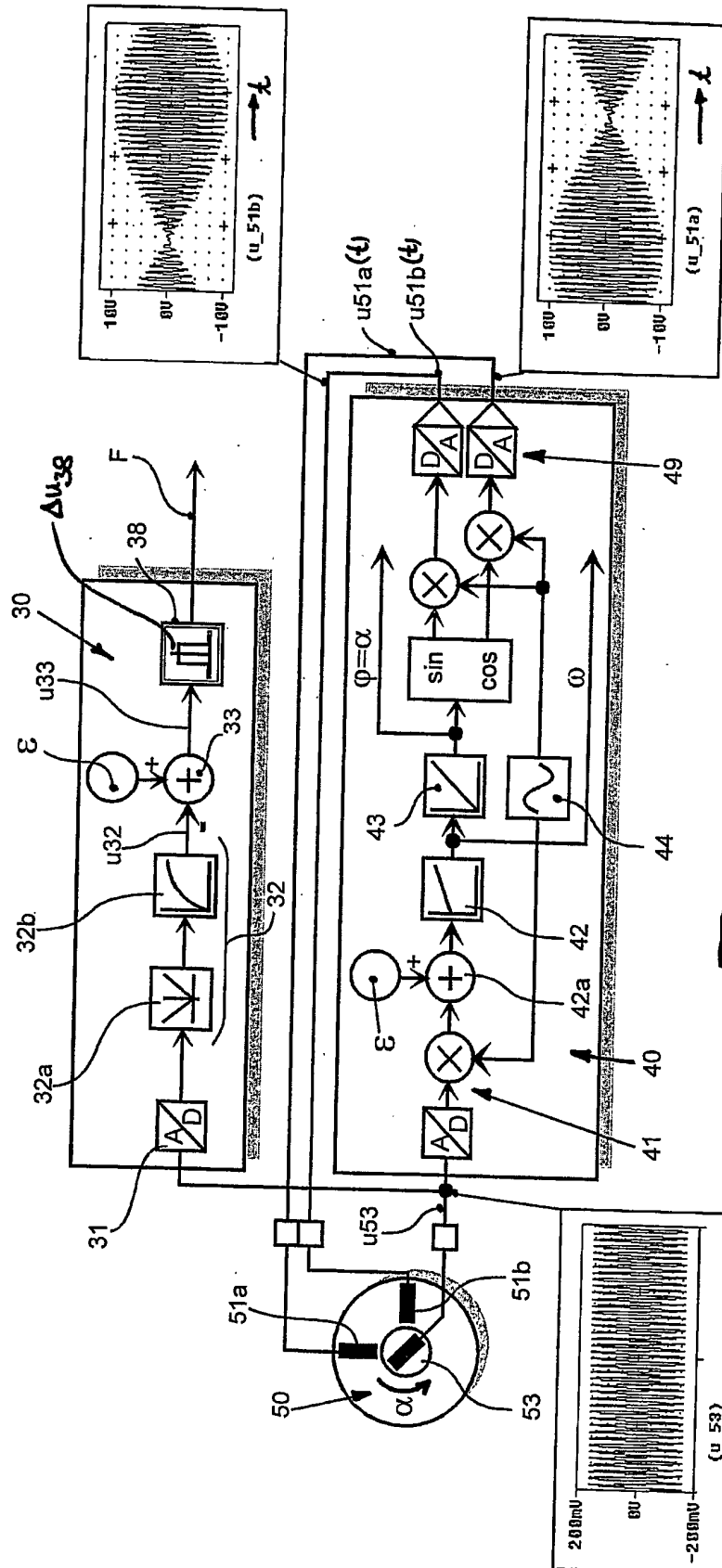


Fig. 1

Unterbrechung der Leitung zur Statorwicklung 51b

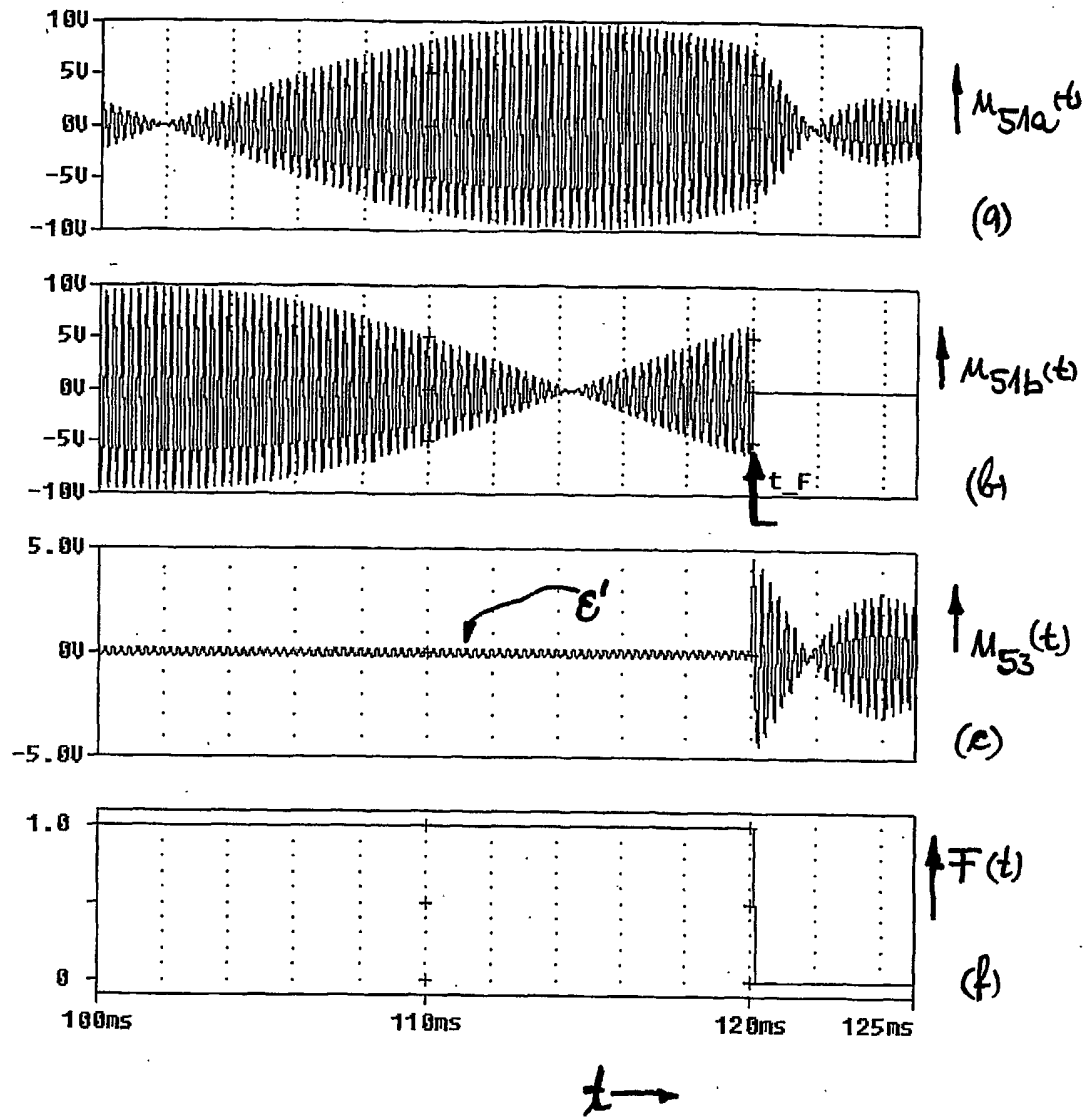


Fig. 3

Leitungsschluss der Rotorwicklung 53

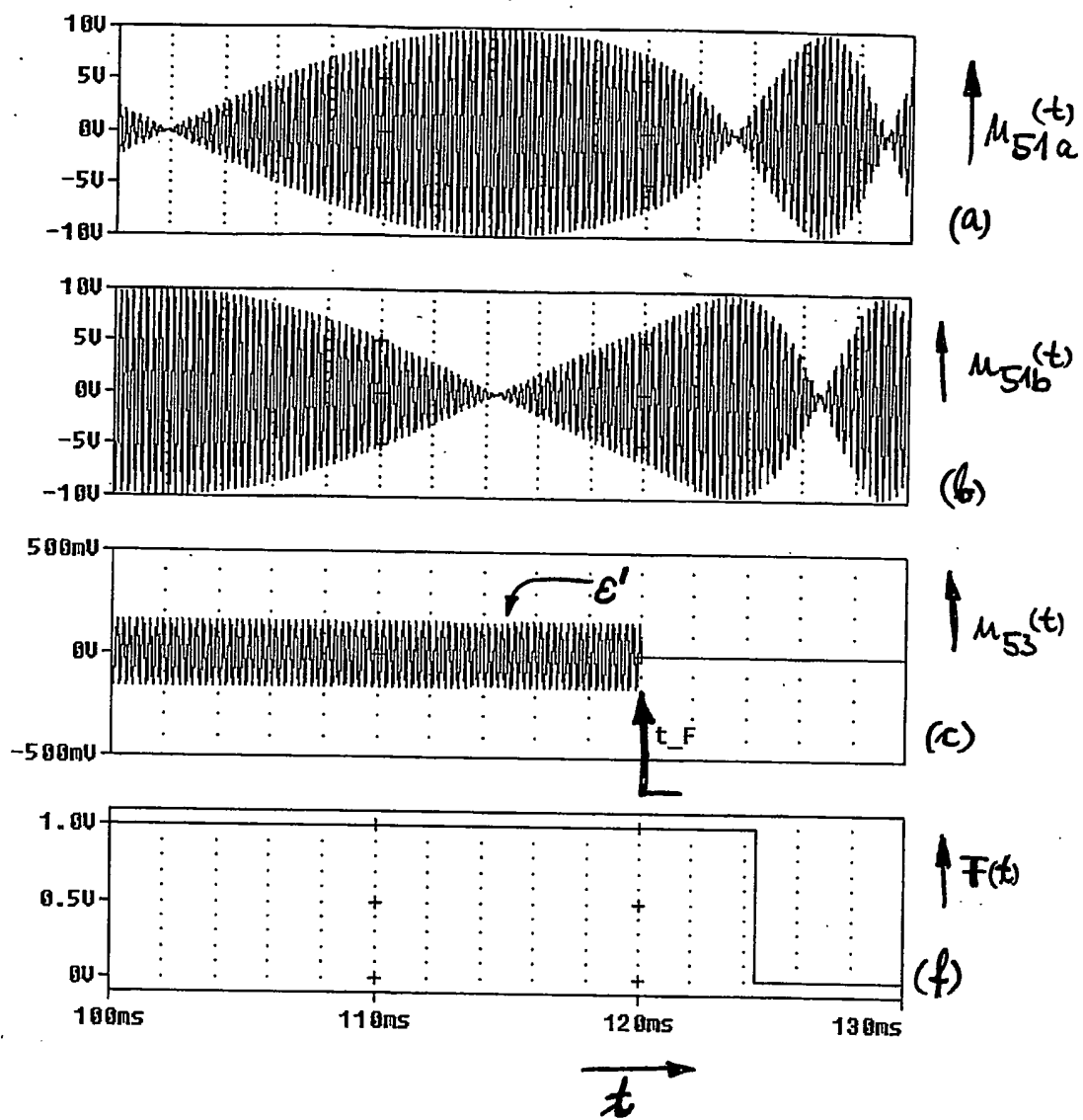


Fig. 4

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. August 2004 (19.08.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/070924 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G05B 9/02, 23/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000240

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Februar 2004 (10.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 05 337.9 10. Februar 2003 (10.02.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LENZE DRIVE SYSTEMS GMBH [DE/DE];
Hans-Lenze-Strasse 1, 31855 Aerzen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TINEBOR, Manfred
[DE/DE]; Enzianweg 1, 32683 Bartrup (DE).

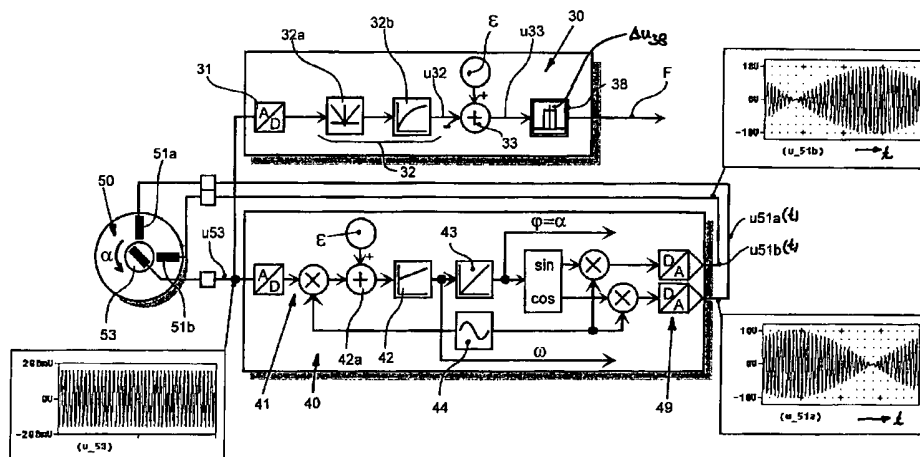
(74) Anwälte: LEONHARD OLGEMOELLER FRICKE
usw.; Tal 30, 80331 Muenchen, Postfach 10 09 62, 80083
Muenchen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: NON-REDUNDANT SAFETY MONITORING FOR AN ELECTRIC DRIVE MECHANISM (WITH A SENSOR)

(54) Bezeichnung: SICHERHEITSUEBERWACHUNG OHNE REDUNDANZ FUER EINEN ELEKTRISCHEN ANTRIEB (MIT MESSGEBER)



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting undesired operating states of a driving device. A sensor (50) that is coupled in a transforming manner between a stator end and a rotor end is triggered by a control circuit (40) detecting a position-related value or a rotational speed value of the drive mechanism. An error signal (F) is issued if an unwanted operating state occurs. A test signal (e) that is also fed to the control circuit (40) is supplied to a safety monitoring device (30) in order to determine and issue said error signal. The test signal (e) has a detuning effect on the control circuit and is tested in the monitoring device (30) regarding the presence thereof.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung befasst sich mit einem Verfahren zum Erfassen von nicht erwünschten Betriebszuständen einer Antriebseinrichtung. Ein transformatorisch zwischen einer Stator und Rotorseite gekoppelter Messgeber (50) wird von einer Steuerschaltung (40) zur Erfassung eines Lagewertes oder eines Drehzahlwertes des Antriebs angesteuert. Ein Fehlersignal (F) wird abgegeben, wenn ein nicht erwünschter Betriebszustand eintritt. Einer Sicherheitsüberwachung (30)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/070924 A3



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts: 25. November 2004

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000240

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G05B9/02 G05B23/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B G07C H02P B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/152039 A1 (FUJIMOTO CHIAKI ET AL) 17 October 2002 (2002-10-17) page 3, paragraph 41 - paragraph 43; figure 1 paragraph '0057! - paragraph '0072!; figure 10	1, 2, 16, 18, 20, 22, 29, 30
A	EP 0 264 350 A (SOHARD AG) 20 April 1988 (1988-04-20) page 2, line 39 - page 3, line 58	1, 16, 20, 30
A	US 6 199 422 B1 (BOERHOUT JOHANNES I ET AL) 13 March 2001 (2001-03-13) column 4, line 41 - column 6, line 39	1, 16
A	US 2002/175645 A1 (MATSUSHITA MASAKI ET AL) 28 November 2002 (2002-11-28)	
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents:**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 October 2004

Date of mailing of the international search report

14/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kelperis, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000240

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 99/29474 A (ELAN SCHALTELEMENTE GMBH & CO ;SOM FRANZ (DE); BERBERICH GEORG (DE) 17 June 1999 (1999-06-17)</p> <p>-----</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000240

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2002152039	A1	17-10-2002	JP	2002310727 A	23-10-2002
			DE	10152427 A1	24-10-2002
EP 0264350	A	20-04-1988	CH	682351 A5	31-08-1993
			EP	0264350 A1	20-04-1988
US 6199422	B1	13-03-2001	EP	1000388 A1	17-05-2000
			WO	9906892 A1	11-02-1999
US 2002175645	A1	28-11-2002	JP	2002350182 A	04-12-2002
			DE	10162196 A1	05-12-2002
			FR	2825147 A1	29-11-2002
WO 9929474	A	17-06-1999	DE	59809233 D1	11-09-2003
			WO	9929474 A2	17-06-1999
			EP	1267234 A2	18-12-2002
			EP	1239354 A1	11-09-2002
			EP	1247622 A2	09-10-2002
			EP	1035953 A2	20-09-2000
			JP	2001525263 T	11-12-2001
			US	6778867 B1	17-08-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000240

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G05B9/02 G05B23/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G05B G07C H02P B25J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/152039 A1 (FUJIMOTO CHIAKI ET AL) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) Seite 3, Absatz 41 - Absatz 43; Abbildung 1 Absatz '0057! - Absatz '0072!; Abbildung 10	1,2,16, 18,20, 22,29,30
A	EP 0 264 350 A (SOHARD AG) 20. April 1988 (1988-04-20) Seite 2, Zeile 39 - Seite 3, Zeile 58	1,16,20, 30
A	US 6 199 422 B1 (BOERHOUT JOHANNES I ET AL) 13. März 2001 (2001-03-13) Spalte 4, Zeile 41 - Spalte 6, Zeile 39	1,16
A	US 2002/175645 A1 (MATSUSHITA MASAKI ET AL) 28. November 2002 (2002-11-28) ----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Oktober 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kelperis, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000240

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 99/29474 A (ELAN SCHALTELEMENTE GMBH & CO ;SOM FRANZ (DE); BERBERICH GEORG (DE) 17. Juni 1999 (1999-06-17) -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000240

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002152039	A1	17-10-2002	JP	2002310727 A	23-10-2002
			DE	10152427 A1	24-10-2002
EP 0264350	A	20-04-1988	CH	682351 A5	31-08-1993
			EP	0264350 A1	20-04-1988
US 6199422	B1	13-03-2001	EP	1000388 A1	17-05-2000
			WO	9906892 A1	11-02-1999
US 2002175645	A1	28-11-2002	JP	2002350182 A	04-12-2002
			DE	10162196 A1	05-12-2002
			FR	2825147 A1	29-11-2002
WO 9929474	A	17-06-1999	DE	59809233 D1	11-09-2003
			WO	9929474 A2	17-06-1999
			EP	1267234 A2	18-12-2002
			EP	1239354 A1	11-09-2002
			EP	1247622 A2	09-10-2002
			EP	1035953 A2	20-09-2000
			JP	2001525263 T	11-12-2001
			US	6778867 B1	17-08-2004

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)